

## Zusammenfassung

IGF-Vorhaben-Nr.: 16019 N

### **Verbesserte Vorhersage der Alterung von PE-Rohren durch Zeitstandversuche, NMR und Morphologiecharakterisierung**

Die Bestimmung der Lebensdauer von PE-Rohren erfolgt mittels Zeitstand-Innendruckversuchen. Die Prüfzeiten verkürzen sich für erhöhte Prüftemperaturen. Da die Lebensdauer vorhersage auf der Extrapolation einer Regressionskurve zu langen Zeiten hin basiert, wird diese immer wieder hinterfragt.

Ziele des Projektes waren, die NMR-MOUSE (unilaterale NMR-Messmethode) an die Anforderungen der PE-Rohrprüfung anzupassen und zu prüfen, ob die NMR-MOUSE zur zerstörungsfreien Verfolgung der bei der Rohralterung ablaufenden Morphologieveränderungen des teilkristallinen PE geeignet ist und ob der Alterungszustand aus NMR-Daten bestimmt werden kann. Zur Verifizierung wurden Messungen mit Röntgenstreuung, Kalorimetrie, OIT, dynamisch-mechanischer Analyse und FTIR-Mikroskopie zu verschiedenen Alterungszeiten durchgeführt. Dies liefert ein umfangreiches Datenmaterial und erlaubt wichtige Folgerungen zu Alterungsmechanismen in PE-Rohren zu ziehen. Schließlich war die Lebensdauerextrapolation (DIN EN ISO 9080) zu bewerten.

Die Untersuchungen mittels NMR-MOUSE zeigen, dass neben den durch Nachkristallisation bedingten Änderungen des Kristallinitätsgrads und der Phasenanteile auch Vorgänge, die zu einer Immobilisierung der amorphen Phase führen, detektiert werden können. Als signifikante Messgröße hierfür wurde die „effektive Relaxationszeit  $T_{2\text{eff}}$ “ identifiziert. So bietet die NMR-MOUSE grundsätzlich die Möglichkeit einer zerstörungsfreien Bestimmung des Alterungszustandes. Um die NMR-MOUSE als begleitende Methode zur Lebensdauerabschätzung nutzen zu können, sind zusätzliche Feldversuche an im Betrieb befindlichen Rohrleitungen notwendig. Weiterhin ist die Temperaturabhängigkeit der Messwerte zu bestimmen. Die Messergebnisse liefern keine Befunde, die die Lebensdauerextrapolation nach ISO 9080 grundsätzlich in Frage stellen. Hinsichtlich des zweiten (langsames Risswachstum) und dritten Versagensbereiches (thermo-oxidatives Versagen) sind jedoch bei erhöhten Anforderungsprofilen entsprechende zusätzliche Absicherungen notwendig.

## **Danksagung und Bestellhinweis**

Das IGF-Vorhaben 16019 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V. (FGK) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden, der zum Selbstkostenpreis beim Fraunhofer LBF bestellt werden kann. Die Rechnung wird mit dem Bericht zugeschickt.